

一面せん断型摩擦試験による固化処理土と鋼材間の摩擦特性の検討

山口大学大学院 学○杉山洋介 国 鈴木素之 国 山本哲朗
㈱宇部三菱セメント研究所 正 米田修
宇部三菱セメント㈱ 正 山田一義 正 金城徳一

1. はじめに 補強土壁工法における盛土材としてセメント系固化材により土質改良された現場発生土が利用されている^{1)~4)}。しかし、現状では帯鋼補強土壁工法において固化処理土の特性を考慮した設計体系になっていない。従来の研究では、処理土中の補強材の全長にわたって均一な引抜き抵抗が発生しているか否かは不明であり、処理土における引抜き抵抗の発現メカニズムを解明するには、補強材となる鋼材と処理土の間の摩擦特性を明確な応力状態のもとで把握することが大切である。本研究では、固化処理土と鋼材を用いた一面せん断型摩擦試験を実施した。以下に、その結果と考察を述べる。

2. 一面せん断型摩擦試験 試料土として本工法の方法適用基準外のシルトを用い、固化材としては一般軟弱土用セメント系固化材を用いた。シルトの未処理土および処理土に対して一面せん断型摩擦特性試験を実施した。本試験は一定の垂直応力の下で補強材に圧着した供試体を水平方向に変位させ、そのときに補強材と土の間に発揮されるせん断応力、垂直応力および垂直変位を測定するものである。試験装置には一面せん断型摩擦試験装置を用いて、図-1に模式的に示すように、下箱に補強材、上箱に供試体を設置した。供試体寸法は直径6 cm、高さ1 cmの円盤である。また、補強材はリブの無い平鋼を使用した。垂直荷重は高剛性ロードセルによって反力側で測定した。試料は液性限界(40 %)に調整した後、固化処理する場合には固化材(添加量は一律50 kg/m³)を添加・混合し、直径6cm、高さ1cmの型枠に処理

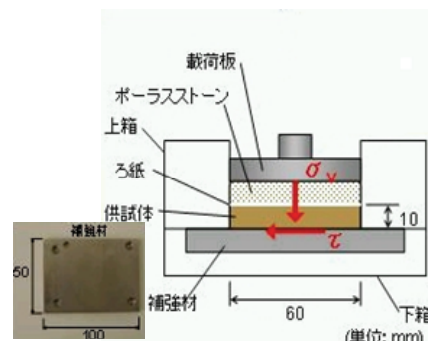


図-1 一面せん断型摩擦試験装置（模式図）

土試料を詰め、せん断箱内に挿入した。供試体は圧密応力 σ_c によって所定時間圧密した後、直ちに定圧せん断を実施した。なお、補強材の無い条件では通常の直径6 cm、高さ2 cmの供試体を用いて一面せん断型摩擦試験を実施した。

3. 処理土と補強材間の摩擦特性 図-2に一面せん断型摩擦試験におけるせん断挙動($\sigma_v=100, 200, 300$ kPa)の一例を示す。いずれの σ_v においてもせん断開始から徐々にせん断応力 τ が増加し、ピークに達した後は急激に減少し、ピークから半分程度の応力にて定常状態になっている。図-3に処理土と未処理土の最大せん断応力 τ_f とその時の鉛直応力 σ_{vf} よりクーロンの破壊規準線を示す。ただし、処理土においてはバラツキが少ない高応力条件下での試験結果に対して破壊線を決定した。この図より、 σ_{vf} の増加に伴い、 τ_f が直線的に増加していることがわかる。未処理土を固化処理すると粘着力 c は34 kPa、内部摩擦角 ϕ は

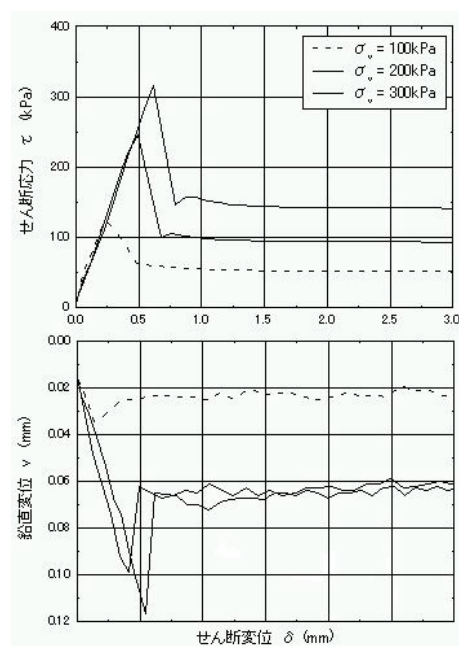


図-2 処理土のせん断挙動の一例

15° 程度増加した．同じ圧密応力条件の τ_f を比較すると，最大で約 3 倍の値を示しており，固化処理により c の上昇を十分に発揮した．図-4 にせん断速度の異なる条件での破壊線を示す．せん断速度 v は 0.02, 0.2mm/min の 2 通りに変えている．それ以外の試験条件は同様である．試験結果から c , ϕ ともに微々たる差異しかなかった．これより，処理土と鋼材の摩擦特性は速度変化に起因する影響は小さいと考えられる．図-5 に養生時間 T_c の異なる条件での破壊線を示す．試験は $T_c=1, 3$ 日の条件で行い，それ以外の試験条件は同様である．一般に養生時間の増加につれて処理土の強度は増すとされているが，本試験の摩擦特性においては必ずしも τ_f が上昇する傾向は見られなかった．今後，実験結果を増やしてこの特性を再検討する必要がある．図-6 に遅延載荷時間 ΔT の異なる条件での破壊線を示す． ΔT は土と固化材を混練し終わってから圧密応力 σ_c を載荷するまでの時間とした．すなわち， $\Delta T=0$ 日は混練直後に圧密を開始すること， $\Delta T=1$ 日は混練後に 1 日養生させてから σ_c を載荷することを意味している．この図より，同じ養生時間においても混練直後に σ_v を載荷する方が，処理後 1 日間置いてからの載荷に比べて， c は約 20 kPa 減少， ϕ は約 10° 増加していることがわかる．換言すれば，圧密応力の載荷を段階的に遅らせることにより， c は増加， ϕ は減少した．

4. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる．

- (1) 未処理土に固化処理を施すことにより最大せん断応力が上昇する．これは補強土壁工法の盛土材の適用範囲ではないシルトが，固化処理により良質土以上の摩擦抵抗を発揮する可能性があることを示唆している．
- (2) せん断速度による摩擦抵抗への影響は少ない．
- (3) 養生時間を増加に伴い最大せん断応力が必ずしも増加する傾向はみられなかった．
- (4) 圧密応力の載荷を段階的に遅らせることにより，見掛けの粘着力は増加し，内部摩擦角は減少した．

〔参考文献〕 1)小川憲保ほか：テールアルメ壁面の変位計側（その 3）盛土材が軽量盛土材，改良土の場合，第 28 回土質工学研究発表会，pp.2763-2764，1993．2)佐野研二ほか：セメント系固化材で改良した焼却汚泥灰のテールアルメ盛土材への適用，第 31 回地盤工学研究発表会，pp.2397-2398，1996．3)上澤 充ほか：改良土を盛土材料に用いたテールアルメのストリップ引抜き試験報告，第 30 回土質工学研究発表会，pp.2369-2370，1995．4)熊田哲規ほか：土質安定処理土における鋼製帯状補強材の引抜き試験，第 33 回地盤工学研究発表会，pp.2337-2338，1998．

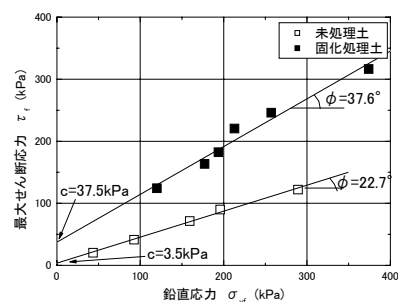


図-3 未処理土と処理土の破壊線

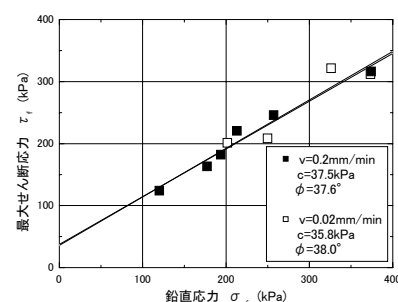


図-4 せん断速度の異なる条件の破壊線

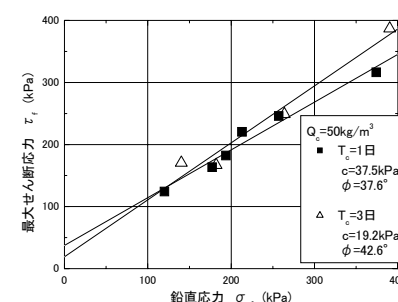


図-5 養生時間の異なる条件の破壊線

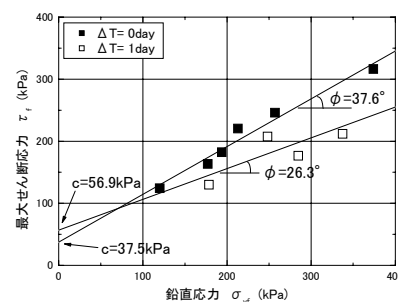


図-6 遅延載荷時間の異なる条件の破壊線